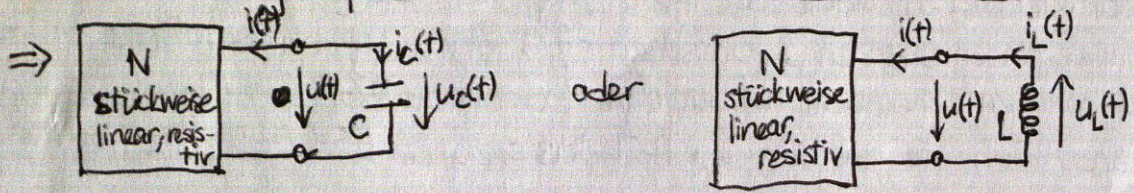


Kapitel 12-Schaltungen ersten Grades

Stückweise lineare Schaltungen ersten Grades:

- Bisher Schaltungen mit einer Reaktanz und einem linearen resistiven Netzwerk.
- Jetzt Erweiterung auf ~~eine~~ eine Reaktanz + stückweise lineares resistives Netzwerk.



→ Aufgabe ist mit gegebenem Anfangswert und gegebener Kennlinie, oder Beschreibung von N, den Verlauf von $u_c(t)$, bzw. $i_L(t)$ bestimmen.

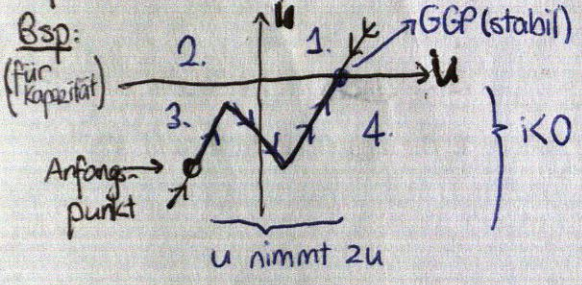
→ Es gilt: $u_c(t) = u(t)$, $i_c(t) = -i(t)$, $i_c(t) = C \cdot \dot{u}_c(t)$; $i_L(t) = i(t)$, $u_L(t) = -u(t)$, $u_L(t) = L \cdot \dot{i}_L(t)$

⇒ $\dot{u}(t) = -\frac{1}{C} \cdot i(t)$

⇒ $\dot{i}(t) = -\frac{1}{L} \cdot u(t)$

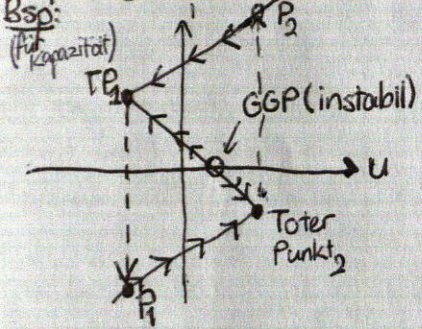
- u_c ist stetig!
- i_L ist stetig!
- ⇒ Wenn $i(t) > 0$ (1. oder 2. Quadrant) $u(t)$ muss abnehmen!
- ⇒ Wenn $u(t) > 0$ (1. oder 4. Quadrant) $i(t)$ muss abnehmen!
- - Wenn $i(t) < 0$ (3. oder 4. Quadrant) $u(t)$ muss zunehmen!
- - Wenn $u(t) < 0$ (2. oder 3. Quadrant) $i(t)$ muss zunehmen!
- Wenn $i(t) = 0 \Rightarrow u(t)$ ist eine Konstante ⇒ Gleichgewichtspunkt (GGP), Fixpunkt
- Wenn $u(t) = 0 \Rightarrow i(t)$ ist eine Konstante ⇒ Gleichgewichtspunkt (GGP), Fixpunkt
- Also GGPs für Kapazitäten sind auf u-Achse. | Also GGPs für Induktivitäten sind auf i-Achse.

Dynamischer Pfad ist die Strecke von dem Anfangspunkt (der durch Anfangswert gegeben ist) zu dem GGP ~~GGP~~ auf der Kennlinie von N in u-i-Ebene. Die Richtung des dynamischen Pfads ist mit Pfeilen anzudeuten.



- Gleichgewichtspunkte:
- 2 Arten der GGPs: stabile und instabile
- ⇒ **Stabile GGPs** sind die, in die ~~die~~ ^{kleine} die dynamischen Pfade in ihrer Umgebung laufen, d.h. eine ^{kleine} Erregung ~~aus~~ aus diesem Punkt führt am Ende wieder zu demselben GGP. (GGP links ist stabil)
- ⇒ **Instabile GGPs** sind solche, wenn irgendein dynamischer Pfad aus dem GGP raus läuft, also eine kleine Erregung das endgültige verlassen dieses GGPs bewirkt.

→ Sprungphänomene:

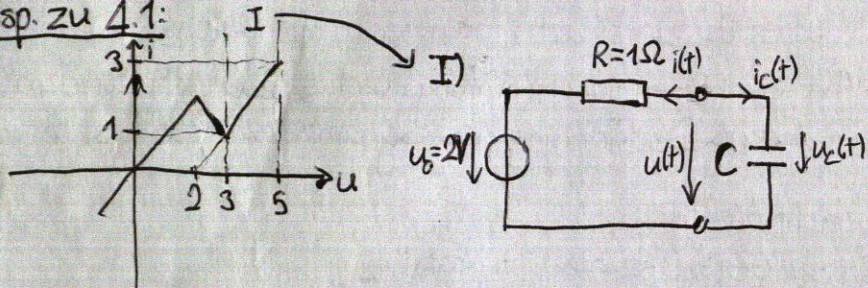


- Man kann im linken Bsp. leicht merken, dass der einzige GGP instabil ist und es zwei "stabile" Punkte gibt, die aber keine GGPs sind (GGPs sind nur auf Achsen, siehe oben). Alle Pfade führen zu diesen Toten Punkten, von den kein Ausweg existiert.
- ⇒ Links (kapazitive Schaltung) muss u stetig sein, dann ^{kann} der tote Punkt ~~GGP~~ durch ein Sprung unter Beachtung der Stetigkeitsregel verlassen werden
- ⇒ Die Schaltung springt zu P_1 (Wenn man weiter läuft erreicht man TP_2 und durch ein Sprung P_2 - das ist ein Oszillator).
- ⇒ Damit ein Sprungphänomen möglich ist, soll außerdem gelten, dass er nur ein einziger Punkt gibt, zu dem ~~GGP~~ der dynamische Pfad springen kann, was bei diesem Beispiel für beide Totpunkte (P_1 ist einziger Kandidat für TP_2 , und P_2 für TP_1) erfüllt ist.

• Allgemeines Vorgehen um $u_C(t)$ bzw. $i_L(t)$ zu bestimmen:

- 1) Wenn nur eine Beschreibung gegeben, die Kennlinie von N in u-i-Ebene zeichnen.
- 2) Richtung aller möglichen dynamischen Pfade auf gesamter Kennlinie mittels Pfeile andeuten.
- 3) GGPs bestimmen und charakterisieren (stabil oder instabil), ggf. auch tote Punkte kennzeichnen.
- 4) Den Anfangswert auf Kennlinie finden und den dynamischen Pfad folgen, ggf. bei toten Punkten unter Beachtung der Stetigkeitsregel springen (siehe oben). Auf dem dyn. Pfad bis zu GGP sind folgende zu tun:
 - 4.1) Für alle einzelne lineare Abschnitte auf dem dyn. Pfad das geeignete ESB (Helmholtz/Thévenin oder Mayer/Norton) zeichnen.
 → Dabei kann dieser Abschnitt als unendlich Ausgedehnte Gerade vorgestellt werden. Die Steigung dieser Gerade ist dann der Innenleitwert G (Achtung! nicht der Innenwiderstand! R ist der Kehrwert der Steigung). Die LL-Spannung, bzw. der KS-Strom hat dann den Wert der "gedachten" Nullstelle, also für Kapazität u-Achsenabschnitt, für Induktivität i-Achsenabschnitt.
 - 4.2) Aus ESB τ und $u_C(\infty)$ bzw. $i_L(\infty)$ bestimmen (siehe letzte Zusammenfassung)
 - 4.3) Für alle Abschnitte die Lösung der Zustandsgleichung mittels Formel aus letzter Woche ermitteln
 - 4.4) Für alle Bereiche bis auf letzter den Wert am Ende des jeweiligen Bereichs durch Einsetzen berechnen. Diese Werte dienen als Anfangspunkte jeweils des nächsten Abschnitts.
 - 4.5) Wenn danach gefragt die Zeit t zum Erreichen eines Punkts durch Auflösen der Gleichung aus 4.3) nach t ermitteln. ~~(Sollte aus allen Abschnitten sein, für auch ablesen)~~
- 5) Den Zeitverlauf von $u_C(t)$, bzw. $i_L(t)$ zeichnen.

Bsp. zu 4.1:



Triggerung: Eine Methode um die Schaltung so zu erregen, dass ein ^{stabiles} GGP nicht mehr ein GGP wird und damit verlassen werden kann, ~~und~~ und die in einem anderen stabilen GGP betrieben werden kann. (siehe Skript für Beispiel)